

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

2002-208591

(43)Date of publication of application : 26.07.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/31  
F27B 5/18  
F27D 21/00  
G01J 5/02  
G01J 5/10  
H01L 21/22  
H01L 21/324

(21)Application number : 2001-001541

(71)Applicant : HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC

(22)Date of filing : 09.01.2001

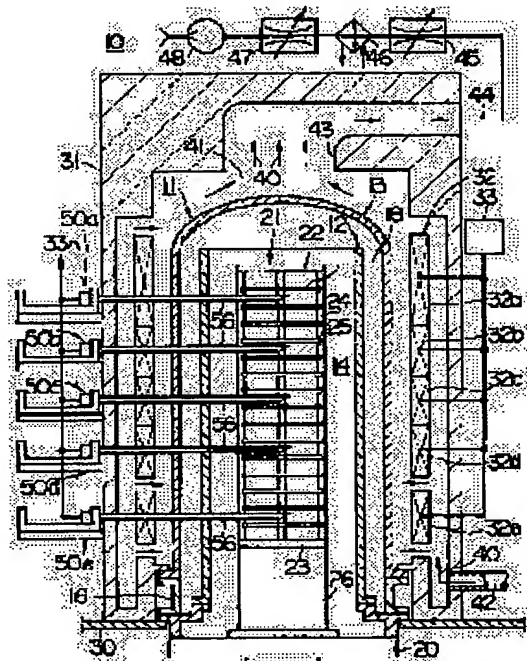
(72)Inventor : YAMAGUCHI TENWA  
MIYATA TOSHIMITSU

## (54) HEAT TREATMENT APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To control a treatment temperature by measuring temperatures in a plurality of points inside a wafer face.

**SOLUTION:** In a batch-system vertical hot wall-type heat treatment apparatus 10, radiation thermometers 50 which penetrate the sidewall of a process tube 11 are inserted between each upper wafer 1 and each lower wafer 1 which are held by a boat 21 in a treatment chamber 14, and central parts and peripheral parts on the rear surfaces of the wafers 1 are faced sequentially. The radiation thermometers 50 are connected to a temperature controller 33. The temperature controller 33 is constituted in such a way that a heater 32 is feedback-controlled by measuring the temperatures from the radiation thermometers 50. Consequently, the present actual temperature in the central parts and that in the peripheral parts of the wafers are measured respectively, and the heater is feedback-controlled. The temperature difference between the central parts and the peripheral parts of the wafers can be eliminated during a heat treatment or in a temperature rise and a temperature drop, and the uniformity of a treatment state distribution inside the wafer face can be enhanced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-208591

(P2002-208591A)

(43)公開日 平成14年7月26日(2002.7.26)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	E 2 G 0 6 6
F 2 7 B 5/18		F 2 7 B 5/18	4 K 0 5 6
F 2 7 D 21/00		F 2 7 D 21/00	G 4 K 0 6 1
G 0 1 J 5/02		G 0 1 J 5/02	K 5 F 0 4 5
5/10		5/10	B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-1541(P2001-1541)

(22)出願日 平成13年1月9日(2001.1.9)

(71)出願人 000001122

株式会社日立国際電気

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 山口 天和

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式

会社日立国際電気内

(72)発明者 宮田 敏光

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式

会社日立国際電気内

(74)代理人 100085637

弁理士 梶原 辰也

最終頁に続く

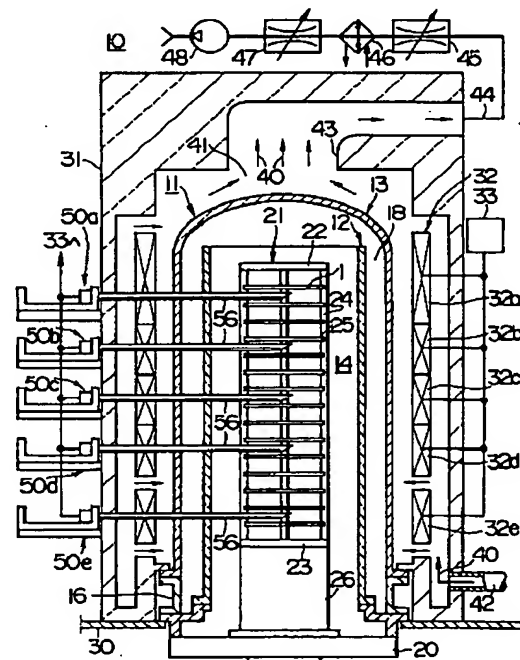
(54)【発明の名称】 熱処理装置

## (57)【要約】

【課題】 ウェハ面内の複数点の温度を計測し処理温度を制御する。

【解決手段】 バッチ式縦形ホットウォール形熱処理装置10において、プロセスチューブ11の側壁を貫通して放射温度計50を処理室14のポート21に保持された上下のウェハ1、1間に挿入して、ウェハ1の下面の中心部および周辺部に順次対向させる。放射温度計50は温度コントローラ33に接続し、温度コントローラ33は放射温度計50からの計測温度でヒータ32をフィードバック制御するように構成する。

【効果】 放射温度計でウェハの中心部および周辺部の現在の実際の温度をそれぞれ計測しヒータをフィードバック制御することで、熱処理中や昇降温時のウェハの中心部と周辺部の温度差を解消できるため、ウェハ面内の処理状態分布の均一性を向上できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 温度計がプロセスチューブの側壁を貫通して処理室に挿入されており、この温度計が進退することによって前記処理室に搬入された基板の径方向の複数点に対応した温度を計測するように構成されていることを特徴とする熱処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱処理装置（furnace）に関し、例えば、半導体集積回路装置（以下、ICという。）が作り込まれる半導体ウエハ（以下、ウエハという。）に酸化処理や拡散処理および拡散だけでなくイオン打ち込み後のキャリア活性化や平坦化のためのリフローやアニール等の熱処理に使用される熱処理装置に利用して有効な技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ICの製造方法における酸化処理や拡散処理等の熱処理には、バッチ式縦形ホットウオール形熱処理装置（以下、ホットウオール形熱処理装置という。）が、広く使用されている。ホットウオール形熱処理装置は、ウエハが搬入される処理室を形成するインナチューブおよびこのインナチューブを取り囲むアウトチューブから構成され縦形に設置されたプロセスチューブと、プロセスチューブの外部に敷設されてプロセスチューブ内を加熱するヒータとを備えており、複数枚のウエハがポートによって長く整列されて保持された状態でインナチューブ内に下端の炉口から搬入され、ヒータによって処理室内が加熱されることにより、ウエハに熱処理が施されるように構成されている。

【0003】このようなホットウオール形熱処理装置においては、インナチューブとアウトチューブとの間にカスケード熱電対を配置して処理室内の温度を計測し、この計測結果に基づいてヒータをフィードバック制御することにより、熱処理を適正に制御することが行われている。この制御方法の根拠は、プロセスチューブの外部に敷設されたヒータによってプロセスチューブの処理室内のウエハを加熱するホットウオール形熱処理装置においては処理室内の雰囲気全体が均一な温度となるため、インナチューブとアウトチューブとの間に配置されたカスケード熱電対であってもウエハの実際の温度を計測することができ、その熱電対の計測結果によってヒータをフィードバック制御することにより、ウエハに対する熱処理を適正に制御することができるというものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなホットウオール形熱処理装置においては、ウエハが大径化した場合（例えば、直径が三百mmのウエハの場合）には、次のような問題点が発生する。すなわち、ウエハの側方から加熱するホットウオール形熱処理装置においては、大径のウエハの場合にはヒータとの遠近差が

顕著になることにより、ウエハの中心部と周辺部との温度差が顕著になるため、インナチューブとアウトチューブとの間に配置されたカスケード熱電対による温度計測によっては、ウエハの中心部における実際の温度を計測したことになる。つまり、カスケード熱電対による温度計測結果に基づいてヒータをフィードバック制御したのでは、ウエハに対する熱処理を適正に制御したことにはならない。

【0005】また、ホットウオール形熱処理装置においては温度の上昇および降下の時間を短縮することが要求されているが、ホットウオール形熱処理装置におけるウエハの周辺部の温度の上昇および温度の降下は中心部のそれよりも速いため、温度の上昇および降下を短時間で実施すると、ウエハの中心部と周辺部との温度差が広がってしまう。このウエハの中心部と周辺部との温度差はウエハが大径になるほど顕著になる。そのため、インナチューブとアウトチューブとの間に配置された熱電対による温度計測結果に基づいてヒータをフィードバック制御するホットウオール形熱処理装置においては、ウエハの中心部と周辺部との温度差を吸収するためにマージン（余裕）を設定する必要があることとなるため、温度の上昇および降下の時間の短縮には限界がある。

【0006】本発明の目的は、従来の技術のこれらの問題点を解決し、基板の径方向の複数点における現在の実際の温度を適正に計測することによって熱処理を適正に実行することができる熱処理装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る熱処理装置は、温度計がプロセスチューブの側壁を貫通して処理室に挿入されており、この温度計が進退することによって前記処理室に搬入された基板の径方向の複数点に対応した温度を計測するように構成されていることを特徴とする。

【0008】前記した手段によれば、プロセスチューブの処理室内の基板の径方向の複数点における現在の実際の温度が温度計によって計測されるため、プロセスチューブの外部に敷設されて処理室を加熱するヒータを処理室内の基板の径方向の複数点における現在の実際の温度に即してフィードバック制御することができ、その結果、基板に対する熱処理を適正に制御することができ

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を図面に即して説明する。

【0010】本実施の形態において、図1に示されているように、本発明に係る熱処理装置はICの製造方法における熱処理工程を実施するホットウオール形熱処理装置（バッチ式縦形ホットウオール形熱処理装置）10として構成されている。

【0011】図1に示されているホットウオール形熱処理装置10は、中心線が垂直になるように縦に配されて固定的に支持された縦形のプロセスチューブ11を備えている。プロセスチューブ11はインナチューブ12とアウトチューブ13とから構成されており、インナチューブ12は石英ガラスまたは炭化シリコン(SiC)が使用されて円筒形状に一体成形され、アウトチューブ13は石英ガラスが使用されて円筒形状に一体成形されている。インナチューブ12は上下両端が開口した円筒形状に形成されており、インナチューブ12の筒中空部はボートによって長く整列した状態に保持された複数枚のウエハが搬入される処理室14を実質的に形成している。インナチューブ12の下端開口はウエハを出し入れするための炉口15を実質的に構成している。したがって、インナチューブ12の内径は取り扱うウエハの最大外径(例えば、三百mm)よりも大きくなるように設定されている。

【0012】アウトチューブ13は内径がインナチューブ12の外径よりも大きく上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されており、インナチューブ12にその外側を取り囲むように同心円に被せられている。インナチューブ12とアウトチューブ13との間の下端部は多段の円筒形状に構築されたマニホールド16によって気密封止されており、マニホールド16はインナチューブ12およびアウトチューブ13の交換等のためにインナチューブ12およびアウトチューブ13にそれぞれ着脱自在に取り付けられている。マニホールド16がホットウオール形熱処理装置の機枠30に支持されることにより、プロセスチューブ11は垂直に据え付けられた状態になっている。

【0013】図2に示されているように、マニホールド16の側壁の上部には排気管17が接続されており、排気管17は排気装置(図示せず)に接続されて処理室14を排気し得るようになっている。排気管17はインナチューブ12とアウトチューブ13との間に形成された隙間に連通した状態になっており、インナチューブ12とアウトチューブ13との隙間によって排気路18が、横断面形状が一定幅の円形リング形状に構成されている。排気管17がマニホールド16に接続されているため、排気管17は円筒形状の中空体を形成されて垂直に延在した排気路18の最下端部に配置された状態になっている。

【0014】また、マニホールド16の側壁の下部にはガス導入管19がインナチューブ12の炉口15に連通するように接続されており、ガス導入管19には原料ガス供給装置およびキャリアガス供給装置(いずれも図示せず)に接続されている。ガス導入管19によって炉口15に導入されたガスは、インナチューブ12の処理室14内を流通して排気路18を通過して排気管17によって排気される。

【0015】マニホールド16には下端開口を閉塞するキャップ20が垂直方向下側から当接されるようになっている。キャップ20はマニホールド16の外径と略等しい円盤形状に構築されており、プロセスチューブ11の外部に垂直に設備されたエレベータ(図示せず)によって垂直方向に昇降されるように構成されている。キャップ20の中心線上にはボート21が垂直に立脚されて支持されるようになっている。

【0016】ボート21は上下で一对の端板22、23と、両端板22と23との間に架設されて垂直に配設された三本の保持部材24とを備えており、三本の保持部材24には多数の保持溝25が長手方向に等間隔に配されて互いに対向して開口するように刻設されている。ボート21は三本の保持部材24の保持溝25間にウエハ1を挿入されることにより、複数枚のウエハ1を水平にかつ互いに中心を揃えた状態に整列させて保持するようになっている。ボート21とキャップ20との間には内部に断熱材27が封入された断熱キャップ部26が配置されており、断熱キャップ部26はボート21をキャップ20の上面から持ち上げた状態に支持することにより、ボート21の下端を炉口15の位置から適当な距離だけ離間させるように構成されている。

【0017】図1に示されているように、プロセスチューブ11の外側は断熱カバー31によって全体的に被覆されており、断熱カバー31の内側にはプロセスチューブ11の内部を加熱するヒータ32がアウトチューブ13の周囲を包囲するように同心円に設備されている。断熱カバー31およびヒータ32はホットウオール形熱処理装置の機枠30に支持されることにより垂直に据え付けられている。ヒータ32は上側から順に、第一ヒータ部32a、第二ヒータ部32b、第三ヒータ部32c、第四ヒータ部32dおよび第五ヒータ部32eに5分割されており、これらヒータ部32a~32eは温度コントローラ33によって互いに連携および独立してシーケンス制御されるように構成されている。

【0018】図1に示されているように、断熱カバー31とプロセスチューブ11の間には冷却エア40を流通させるための冷却エア通路41が、プロセスチューブ11を全体的に包囲するように形成されている。断熱カバー31の下端部には冷却エア40を冷却エア通路41に供給する給気管42が接続されており、給気管42に供給された冷却エア40は冷却エア通路41の全周に拡散するようになっている。断熱カバー31の天井壁の中央部には冷却エア40を冷却エア通路41から排出する排気口43が開設されており、排気口43には排気路44が接続されている。排気路44には第一ダンパ45、水冷ラジエータ46、第二ダンパ47およびブロア48が介設されている。

【0019】図1に示されているように、キャップ20の断熱キャップ部26の外側には五台の放射温度計50

a～50eが垂直方向に一列に並べられてそれぞれ水平に設置されており、五台の放射温度計50a～50eの検出子は後述する構造をもって断熱カバー31、ヒータ32、アウトチューブ13およびインナチューブ12の側壁を貫通して処理室14にそれぞれ進退可能に挿入されている。五台の放射温度計50a～50eはヒータ32の五台のヒータ部32a～32eにそれぞれ対応されて配置されて、それらの検出子がポート21に保持された上下で隣合うウエハ1、1間にそれぞれ挿入されている。

【0020】五台の放射温度計50a～50eは計測結果を温度コントローラ33にそれぞれ送信するようになっており、温度コントローラ33はこれら放射温度計50a～50eからの計測温度によってヒータ32の各ヒータ部32a～32eをフィードバック制御するようになっている。すなわち、各ヒータ部32a～32eの目標温度と各放射温度計50a～50eの計測温度との誤差をそれぞれ求めて、誤差がある場合には誤差を解消させるフィードバック制御を実行するようになっている。

【0021】ここで、五台の放射温度計50a～50eの構成は同一であるので、その具体的な構造は放射温度計50として図2および図3によって説明する。

【0022】図2および図3に示されているように、放射温度計50は鍔付の円筒形状に形成されたホルダ51を備えており、ホルダ51は断熱カバー31に径方向に挿入されて固定されている。ホルダ51の中心線上には石英ガラスまたは炭化シリコン等が使用されて円筒形のパイプ形状に形成されたガイド筒52が嵌入されており、ガイド筒52の内側先端面はインナチューブ12の外周面に突合されている。ガイド筒52の中間部はアウトチューブ13の外周面に固定されたサブホルダ53によって保持されている。断熱カバー31の外側におけるホルダ51の後方にはリニアアクチュエータ54が水平に配置されて機枠30に据え付けられており、リニアアクチュエータ54は放射温度計50の本体55をプロセスチューブ11の径方向に往復移動させるように構成されている。

【0023】放射温度計50の本体55にはガイド筒52の中空部内に摺動自在に嵌入された導波棒56の後端部が支持されており、導波棒56はリニアアクチュエータ54による本体55の往復移動に伴ってガイド筒52を摺動するようになっている。導波棒56はサファイアまたは石英ガラスが使用されて丸棒形状に形成されており、導波棒56のガイド筒52を挿通して処理室14の内部に挿入された先端部には全反射面57を構成する傾斜面が形成されている。すなわち、図3に示されているように、全反射面57は導波棒56が先方へ行くに従って細くなるように切削されることにより形成されており、本実施の形態において、全反射面57は導波棒56の中心線に対して30度の傾斜角θを設定されている。

また、全反射面57は上向きに配置されており、上側のウエハ1の下面に光学的に対向されているとともに、その入射側光軸が垂直であるポート21の中心線と、その反射側光軸が水平である導波棒56の中心線と可及的に一致するように配置されている。つまり、導波棒56の全反射面57はウエハ1における放射線61を検出する検出子を構成している。

【0024】導波棒56の外側端は本体55の内部において熱電対や抵抗素子等の測温素子（図示せず）に光学的に対向されており、測温素子の熱起電力に基づく出力が放射温度計50の計測温度として温度コントローラ33に送信されるようになっている。なお、図3中、58はシールリングである。

【0025】次に、前記構成に係るホットウォール形熱処理装置の作用を温度制御を主体にして説明する。

【0026】図1に示されているように、複数枚のウエハ1を整列保持したポート21はキャップ20の上にウエハ1群が並んだ方向が垂直になる状態で載置され、エレベータによって差し上げられてインナチューブ12の炉口15から処理室14に搬入されて行き、キャップ20に支持されたままの状態では処理室14に存置される。この際、図3(c)に示されているように、五台の放射温度計50a～50eの導波棒56の先端部はポート21の上下で隣合うウエハ1、1間から引き出されて、導波棒56の全反射面57がポート21の外側に退避した状態になっている。

【0027】ポート21が所定の位置に存置されると、図3(a)に示されているように、五台の放射温度計50a～50eの検出子である導波棒56はリニアアクチュエータ54によって前進され、ポート21の上下で隣合うウエハ1、1の間にそれぞれ挿入されて、導波棒56の全反射面57がウエハ1の下面の中心部に対向する位置に配される。

【0028】プロセスチューブ11の内部が排気管17によって排気されるとともに、プロセスチューブ11の内部がヒータ32の各ヒータ部32a～32eによって温度コントローラ33のシーケンス制御の目標温度（例えば、600～1200℃）に加熱される。この際、各ヒータ部32a～32eの加熱によるプロセスチューブ11の内部の上昇温度と各ヒータ部32a～32eのシーケンス制御の目標温度との誤差は、各放射温度計50a～50eの計測結果に基づくフィードバック制御によって補正される。

【0029】ところで、ポート21に保持されたウエハ1の直径が三百mmである場合には、インナチューブとアウトチューブとの間に設置されたカスケード熱電対による温度計測によってはウエハ1の中心部における実際の温度を計測したことにならないため、カスケード熱電対による温度計測結果に基づいてヒータ32をフィードバック制御しただけでは、ウエハ1に対する熱処理を適

10

20

30

40

50

正に制御することができない。

【0030】そこで、本実施の形態においては、ウエハ1の中心部における現在の実際の温度を五台の放射温度計50a～50eによって計測し、この計測結果に基づいて五台のヒータ部32a～30eをフィードバック制御することにより、ウエハ1に対する熱処理を適正に制御するものとしている。

【0031】すなわち、図3(a)に示されているように、放射温度計50の導波棒56の全反射面57はウエハ1の中心部に対向されているため、高温に加熱されたウエハ1の中心部からの放射線(熱線)61は放射温度計50の導波棒56に垂直方向から入射して、全反射面57に入射する。導波棒56の全反射面57に垂直方向から入射した放射線61は全反射面57で水平方向に反射されて向きを変換される。水平方向に向きを変換された放射線61は導波棒56の界面で全反射を繰り返すことにより伝播して本体55に配置された測温素子に照射する。放射温度計50は測温素子に照射した放射線61に対応した測温値を温度コントローラ33に送信する。なお、図3(a)に示されているように、下側のウエハ1からの放射線62等の迷光は全反射面57において外側に全反射するため、導波棒56には入射しない。

【0032】放射温度計50から送信されて来たウエハ1の中心部の計測温度と、シーケンス制御の目標温度との間に差がある場合には、温度コントローラ33は放射温度計50からの計測温度とヒータ32のシーケンス制御の目標温度との誤差を求め、その誤差を解消させるフィードバック制御を実行する。

【0033】ところで、直径が三百mmのウエハ1においては、ヒータ32に対するウエハ1の中心部と周辺部とでは、遠近差によって温度差や温度上昇速度差が発生する。これらの差があるままの状態では熱処理を実行すると、ウエハ1の熱処理状態の分布(例えば、酸化膜の膜厚分布や不純物の拡散分布)が中心部と周辺部との間で不均一になってしまう。そこで、直径が三百mmのウエハ1の場合の温度差や温度上昇速度差を吸収するために、従来例においてはヒータ32の加熱によるプロセスチューブ11の内部の温度上昇速度を低く抑制するシーケンス制御が実行されている。

【0034】しかし、本実施の形態においては、放射温度計50によってウエハ1の周辺部における現在の実際の温度を計測してフィードバック制御を実行することにより、ウエハ1の中心部と周辺部との温度差を解消することができるため、ヒータ32の加熱によるプロセスチューブ11の内部の温度上昇速度を従来例に比べて速く設定することができる。すなわち、放射温度計50によってウエハの周辺部における現在の実際の温度を計測してフィードバック制御を実行したい場合には、図3

(b)に示されているように、放射温度計50の検出子としての導波棒56をリニアアクチュエータ54によ

て後退させて全反射面57をウエハ1の周辺部に配置すればよい。

【0035】以上の温度制御によってプロセスチューブ11の内部の温度が全体的に一定の安定した状態になると、図3(c)に示されているように、放射温度計50の検出子としての導波棒56がリニアアクチュエータ54によって所定の距離だけ後退されることにより、導波棒56の先端部がポート21の外側に配置される。このようにして導波棒56がポート21の外側に退避されると、プロセスチューブ11の処理室14に原料ガスが供給されてウエハ1、1間に原料ガスが流通する場合であっても、その原料ガスの流れが導波棒56の存在によって乱されるのを未然に防止することができる。

【0036】以上の温度制御による熱処理が実施されて予め設定された熱処理時間が経過すると、ヒータ32の加熱が温度コントローラ33のシーケンス制御によって停止されるとともに、冷却エア40が冷却エア通路41を流通される。すなわち、冷却エア40は給気管42から供給されるとともに、排気口43から排気路44による排気力によって排気される。冷却エア40は冷却エア通路41を流通する間にプロセスチューブ11のアウトチューブ13に接触して熱を奪うことにより、プロセスチューブ11の内部を強制的に冷却する。この冷却エア40による強制冷却によってプロセスチューブ11の内部の温度は自然冷却の場合に比べて急速に低下して行く。

【0037】ところで、この冷却エア40による強制冷却もプロセスチューブ11の外側からの冷却であるため、直径が三百mmのウエハ1においてはウエハ1の中心部と周辺部とでは遠近差による温度差や温度降下速度差が発生する。これらの差があるままの状態では強制冷却を継続すると、ウエハ面内の温度分布が不均一になるため、ウエハ1に反りが発生してしまう。そこで、直径が三百mmのウエハ1の場合の温度差や温度降下速度差を吸収するために、従来例においては強制冷却による温度降下速度は低く設定されている。

【0038】しかし、本実施の形態においては、強制冷却に際して、放射温度計50の導波棒56を図3(a)および(b)に示された測温状態にそれぞれ配置することにより、放射温度計50の測温結果に基づくフィードバック制御によってウエハ1の中心部と周辺部との温度差を解消させることができるため、強制冷却によるプロセスチューブ11の内部の温度降下速度を従来例に比べて速く設定することができる。すなわち、放射温度計50から送信されて来たウエハ1の中心部の計測温度とウエハ1の周辺部の計測温度との間の差が所定の範囲内にある場合には、温度コントローラ33は冷却エア40の冷却エア通路41での流通速度を増速させて行き、所定の範囲外の場合には流通速度の増速を中止する。所定の温度差の範囲とは、ウエハ1に反りが発生するのを防止



可能な範囲である。

【0039】以上のようにしてプロセスチューブ11の内部の温度が降下されて行き予め設定された降下時間が経過すると、キャップ20が降下されて炉口15が開口されるとともに、ポート21に保持された状態でウエハ1群が炉口15からプロセスチューブ11の外部に搬出される。この際、図3(c)に示されているように、放射温度計50の導波棒56の先端部はポート21の外側に配置される。これにより、導波棒56がポート21の搬出の障害になることを防止することができる。

【0040】前記実施の形態によれば、次の効果が得られる。

【0041】1) 放射温度計をプロセスチューブの側壁を貫通して処理室に挿入しポートに保持されたウエハの温度を処理中に計測することにより、インシチュ（In-situ）でウエハの温度を直接計測することができるため、プロセスチューブを加熱するヒータを放射温度計の計測結果によってリアルタイムでフィードバック制御することができ、ホットウオール形熱処理装置の性能および信頼性を高めることができる。

【0042】2) 処理室に挿入した放射温度計の導波棒の先端をポートに保持された上下で隣合うウエハの間に挿入してウエハの中心部と周辺部とにそれぞれ位置させることにより、放射温度計によってウエハの中心部の温度を直接計測し、この計測結果によってヒータをフィードバック制御することができるため、熱処理中や昇温時および降温時におけるウエハの中心部と周辺部との温度差を解消することができる。

【0043】3) 前記1)および2)により、ウエハ面内の温度分布の均一性を大幅に向上させることができるため、熱処理後のウエハにおける処理状態の面内分布の均一性を大幅に向上させることができるとともに、ウエハの反りの発生を防止することができ、ひいてはICの品質および信頼性を高めることができる。

【0044】4) 昇温時および降温時におけるウエハの中心部と周辺部との温度差を解消することにより、シーケンス制御の温度昇降速度を速く設定することができるとともに、シーケンス制御の目標温度への到達時間および安定時間を大幅に短縮することができるため、ホットウオール形熱処理装置の昇温および降温性能を大幅に高めることができる。

【0045】5) 放射温度計の導波棒を断熱カバー、アウトチューブおよびインナチューブを貫通したガイド筒に嵌入して摺動自在に支承させることにより、ポートに水平に支持されたウエハ間に側方から放射温度計を挿入することができるため、ウエハの中心部および周辺部の温度を同一の放射温度計によってそれぞれ計測することができる。

【0046】6) 放射温度計の導波棒の先端部に傾斜面を形成して全反射面を形成することにより、ウエハ間に

挿入した導波棒の検出子端をウエハの下面に光学的に対向させることができるため、ウエハの下面の放射線を導波棒に適正に入射させることができ、もって、ウエハの現在の実際の温度を放射温度計によって正確に計測することができる。

【0047】7) 放射温度計の導波棒の先端部に形成した傾斜面からなる全反射面の光軸をウエハの下面の中心部に位置させることにより、ウエハの中心部の放射線を導波棒に適正に入射させることができるため、ウエハの中心部の現在の実際の温度を放射温度計によって正確に計測することができる。

【0048】8) ウエハの熱処理中に放射線温度計の導波棒を径方向に後退させることにより、熱処理中の測温対象ウエハ間における原料ガスの流れ等の熱処理条件が変動するのを未然に防止することができる。

【0049】9) また、ポートの処理室への搬入搬出時に放射温度計の導波棒を径方向に後退させることにより、放射温度計がポートの搬入搬出の障害になるのを未然に防止することができる。

20 【0050】なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更が可能であることはいうまでもない。

【0051】例えば、ウエハ中心部および周辺部における現在の実際の温度を計測する放射温度計とカスケード熱電対とを併用して、ヒータをフィードバック制御するように構成してもよい。

【0052】放射温度計としては前記実施の形態の構成のものを使用するに限らず、光ファイバや他の光学系を使用したものを使用してもよい。

30 【0053】熱処理は酸化処理や拡散処理および拡散だけでなくイオン打ち込み後のキャリア活性化や平坦化のためのリフローおよびアニール処理等に限らず、成膜処理等の熱処理であってもよい。

【0054】被処理基板はウエハに限らず、ホトマスクやプリント配線基板、液晶パネル、コンパクトディスクおよび磁気ディスク等であってもよい。

40 【0055】本発明は、バッチ式縦形ホットウオール形熱処理装置に限らず、バッチ式横形ホットウオール形熱処理装置や縦形および横形ホットウオール形減圧CVD装置等の熱処理装置全般に適用することができる。

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、現在の実際の温度を適正に計測することによって熱処理を適正に実行することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態であるホットウオール形熱処理装置を示す正面断面図である。

【図2】その要部を示す拡大断面図である。

【図3】放射温度計の作用を示す各平面図であり、

50 (a)はウエハ中心部の測温時を示し、(b)はウエハ

11

12

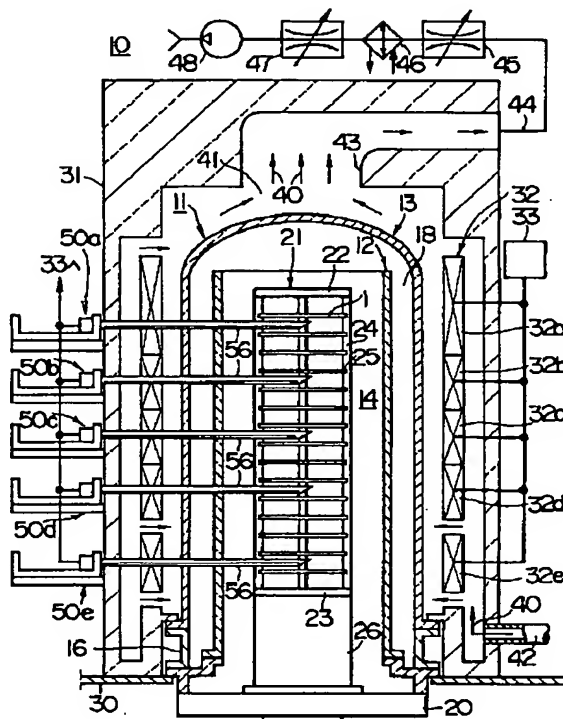
周辺部の測温時を示し、(c)は退避時を示している。

【符号の説明】

1…ウエハ（基板）、10…ホットウォール形熱処理装置（パッチ式縦形ホットウォール形熱処理装置）、11…プロセスチューブ、12…インナチューブ、13…アウトチューブ、14…処理室、15…炉口、16…マニホールド、17…排気管、18…排気路、19…ガス導入管、20…キャップ、21…ポート、22、23…端板、24…保持部材、25…保持溝、26…断熱キャップ部、27…断熱材、30…機枠、31…断熱カバー、\*10

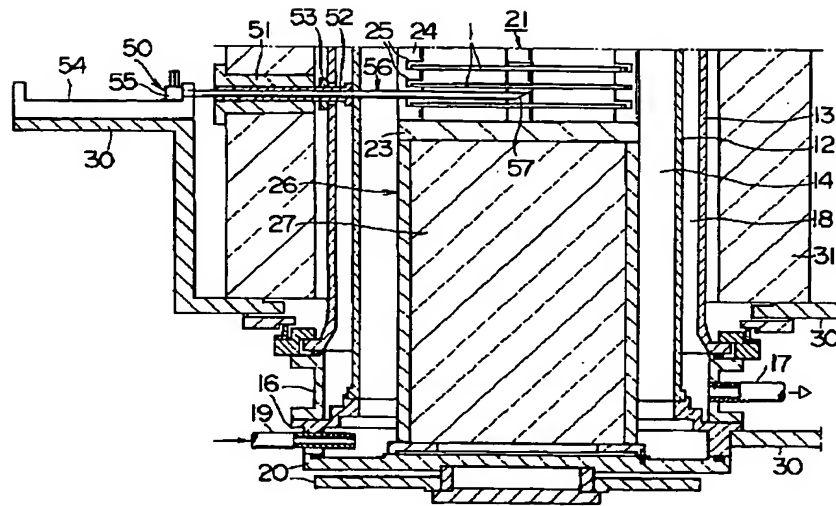
\* 32…ヒータ、32a～32e…ヒータ部、33…温度コントローラ、40…冷却エア、41…冷却エア通路、42…給気管、43…排気口、44…排気路、45…第一ダンバ、46…水冷ラジエータ、47…第二ダンバ、48…フロア、50…放射温度計、50a～50e…放射温度計、51…ホルダ、52…ガイド筒、53…サブホルダ、54…リニアアクチュエータ、55…本体、56…導波棒、57…全反射面、58…シールリング、61…放射線（熱線）、62…放射線（迷光）。

【図1】

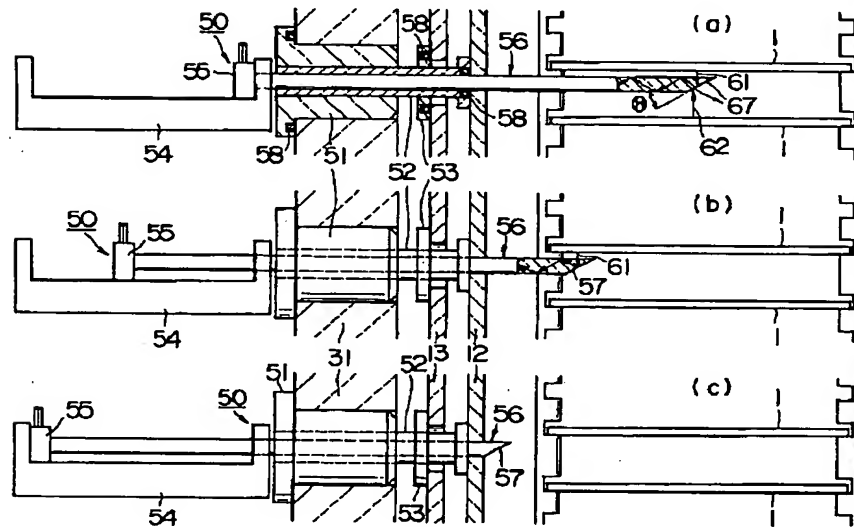




【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 J 5/10

H 0 1 L 21/22

21/324

識別記号

5 0 1

5 1 1

F I

G 0 1 J 5/10

H 0 1 L 21/22

21/324

テマワード (参考)

C

5 0 1 N

5 1 1 Q

T

F ターム(参考) 2G066 AA06 AC01 AC11 BA42 BB01  
BC11 CA01  
4K056 AA09 BA01 BB06 CA18 FA12  
4K061 AA01 BA11 CA08 DA05 FA07  
GA06  
5F045 AA06 DP19 EB02 GB01 GB15